

PAT-NO: JP403224226A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 03224226 A

TITLE: PLASMA PROCESSING AND DEVICE TO BE USED THEREFOR

PUBN-DATE: October 3, 1991

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

ROBAATO, UIRUBAA DATSUTON

KUBOTA, MASABUMI

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME COUNTRY

MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD N/A

APPL-NO: JP02278337

APPL-DATE: October 16, 1990

INT-CL (IPC): H01L021/302, C23F004/00 , H01L021/31

ABSTRACT:

PURPOSE: To reproduce the state of plasma with good accuracy regardless of a deposited film on the inner wall of a chamber and to improve the reproducibility and accuracy of a processing process to increase a practicability by a method wherein a plasma processing device is provided with a feedback mechanism consisting of an impedance matching circuit and the like.

CONSTITUTION: In case a plasma processing device is applied to an ECR plasma etching, a system of the plasma processing device is operated. Hereupon, a plasma impedance is first measured by an impedance matching circuit 14 in a feedback mechanism 50. Then, the measured value is compared with a value, which has been set previously in a feedback parameter setting circuit 19 in the mechanism 50, and only in the case where a difference between both values exceeds predetermined, allowable value the amount of a feedback is calculated by the circuit 19 and the amount is fed back to a change in a prescribed feedback parameter (a microwave power or the like). Thereby a fluctuation in the plasma impedance is inhibited. As a result, the state of plasma is substantially held constant, a plasma processing having a good reproducibility is obtained, the reproducibility and accuracy of a processing process are improved and a practical effect can greatly be increased.

COPYRIGHT: (C)1991,JPO&Japio

## ⑱ 公開特許公報 (A) 平3-224226

⑲ Int. Cl. 5

H 01 L 21/302  
 C 23 F 4/00  
 H 01 L 21/302  
 21/31

識別記号

府内整理番号

⑳ 公開 平成3年(1991)10月3日

B 8122-5F  
 A 7179-4K  
 A 8122-5F  
 C 6940-5F

審査請求 未請求 請求項の数 10 (全9頁)

㉑ 発明の名称 プラズマ加工方法およびそれに用いる装置

㉒ 特願 平2-278337

㉓ 出願 平2(1990)10月16日

優先権主張 ㉔ 平1(1989)10月18日 ㉕ 日本(JP) ㉖ 特願 平1-270628

㉗ 発明者 ロバート・ウイルバー 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内  
ー・ダットン

㉘ 発明者 久保田 正文 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内

㉙ 出願人 松下電器産業株式会社 大阪府門真市大字門真1006番地

㉚ 代理人 弁理士 小鍛治 明 外2名

## 明細書

## 1. 発明の名称

プラズマ加工方法およびそれに用いる装置

## 2. 特許請求の範囲

(1) 加工用のプラズマを発生させるプラズマ反応室と、該プラズマ反応室にインピーダンス整合回路を介して高周波電力を供給する高周波電源と、該プラズマ反応室内のプラズマインピーダンスを実質的に一定に保持するためのフィードバック機構とを備え、該フィードバック機構がインピーダンス検知手段としても機能する該インピーダンス整合回路を含む プラズマ加工装置。

(2) 前記プラズマインピーダンスの虚数部が実質的に保持される 請求項1に記載のプラズマ加工装置。

(3) 前記フィードバック機構が インピーダンス整合回路に接続されたフィードバックバラメタ設定回路を含み プラズマインピーダンスに関する情報を基にして、少なくとも1つのフィードバックバラメタ値が該フィードバックバラメタ設

定回路に設定される 請求項1に記載のプラズマ加工装置。

(4) 前記フィードバックバラメタが プラズマ反応室のガス圧力 プラズマ反応室内へのガス流量 磁界 マイクロ波電力 および高周波電力からなる群から選択される 請求項3に記載のプラズマ加工装置。

(5) プラズマインピーダンスに関する前記情報が 前記インピーダンス整合回路に用いたコンデンサの少なくとも1つの容量値である 請求項3に記載のプラズマ加工装置。

(6) 前記フィードバック機構が プラズマインピーダンスに関する情報に基づいて、直接 フィードバックを行う 請求項1に記載のプラズマ加工装置。

(7) 前記フィードバックが プラズマ反応室内のガス圧力 プラズマ反応室内へのガス流量 磁界 マイクロ波電力 および高周波電力からなる群から選択される少なくとも1つにかけられる 請求項6に記載のプラズマ加工装置。

(8) プラズマインピーダンスに関する前記情報が、前記インピーダンス整合回路に用いたコンデンサの少なくとも1つの容量値である。請求項6に記載のプラズマ加工装置。

(9) プラズマ反応室へのガス圧力、プラズマ反応室へのガス流量、磁界、マイクロ波電力および高周波電力からなる群から選択される少なくとも1つにフィードバックをかけることにより、プラズマインピーダンスを実質的に一定に保持しながら、プラズマを用いて、エッティングまたは膜の堆積を行う工程を包含する、プラズマ加工方法。

(10) 前記プラズマインピーダンスの虚数部が実質的に保持される、請求項9に記載のプラズマ加工方法。

### 3. 発明の詳細な説明

#### 産業上の利用分野

本発明は、プラズマによる気相一固相界面における化学的または物理的反応を利用した加工方法およびそれに用いる装置に関するもの。

#### 従来の技術

集積回路を中心としたマイクロエレクトロニクスの驚異的な進歩は、レーザを中心としたオプトエレクトロニクスの高度化と共に、産業革命に匹敵する大きな社会革命をもたらしつつある。集積回路の発明以来、集積度は飛躍的に増大し、LSI (large scale IC, 大規模集積回路)、VLSI (very large scale IC, 超LSI)、ULSI (ultra large scale IC, 超々LSI) が次々に開発されている。このような大きな集積度は、電子寸法の微細化や電子構造および回路の改良工夫などによって構成されてきた。

電子構造については、従来の平面的な(つまり、2次元的な)構造では、これ以上の微細化を望めない段階に達しており、方向性エッティング法を用いて基板に設けたトレンチを利用する構造や、リフロー平坦化技術を用いて配線を多層化した構造などの3次元的な構造が検討されている。そして、集積回路の集積度は、今後も、電子構造の物理的限界まで増大すると考えられる。

集積回路の集積度を高めるには、トランジスタや抵抗などの電子自体の寸法および配線パターンの寸法を縮小することも必要である。最小バターン寸法については、現在のところ、 $1\text{ }\mu\text{m}$ 以下の微細パターンが実用化されつつあり、光露光法の限界である約 $0.4\text{ }\mu\text{m}$ に近づいている。光露光法では光の波長より細かいパターンを描くことはできないので、さらに微細なパターンを得るには、より波長の短いX線や電子線を用いる必要がある。このような微細パターンの実現には、リソグラフィ法と並んで、ドライエッティング法が重要な役割を担う。

ドライエッティング法は、プラズマ、ラジカルおよびイオンなどによる気相一固相界面における化学的または物理的反応を利用し、薄膜または基板の不必要な部分を除去する加工法である。ドライエッティング法としては、気相エッティング法、プラズマエッティング法、スパッタエッティング法、イオンビームエッティング法などがある。スパッタエッティング法およびイオンビームエッティング法に関

しては、活性イオンやラジカルを用いる場合があり、特に、それぞれ反応性スパッタエッティング法および反応性イオンビームエッティング法と呼ばれている。集積回路の製造プロセス技術に適しているのは、これらの方法である。

反応性スパッタエッティング法は、反応性イオンエッティング法とも呼ばれ、適当なガスの高周波放電により生成されるプラズマ中の反応性イオンに試料を曝すと、エッティング反応によって、この試料表面の不必要部分が除去されるというものである。なお、必要な部分は、通常、マスクとして用いたホトレジストパターンによって保護される。

第8図は従来のドライエッティング装置の一例として反応性イオンエッティング装置を示す模式図である。この図に示すように、金属性チャンバー1中には、ガスコントローラ2を通して反応性ガスが導入され、排気系3によって適切な圧力に制御されている。チャンバー1の上部にはアノード(陽極)4が設けられ、下部にはカソード(陰極)となる試料台5が設けられている。試料台5には

インピーダンス整合回路6を介してRF電源7が接続されており、試料台5とアノード4との間で高周波放電を起こすことができる。このような反応性イオンエッティング装置では、プラズマ中の反応性イオンが高周波放電により生成されるイオンシース内で加速され、試料8（すなわち被エッティング材料）を衝撃してエッティング反応を生じ、方向性の強いエッティング加工、いわゆる異方性エッティング加工を行うことができる。

素子寸法が縮小されるにしたがって、例えばトランジスタのゲート酸化膜は薄く形成され、また拡散層は浅く形成されるようになっている。これに伴い、ドライエッティング法は、選択性がより高く、使用するプラズマが低エネルギーであることが求められている。これは、ゲート電極へのチャージアップによってゲート酸化膜の破壊が生じたり、高エネルギーのイオンがシリコン基板に衝撃することによって結晶欠陥の発生や不純物の混入が生じたりするからである。このような問題点を解決するために、プラズマ発生源に電子サイク

ロトロン共鳴(electron cyclotron resonance: ECR)現象を利用したECRプラズマエッティング法が使用され始めている。

#### 発明が解決しようとする課題

しかし、従来の反応性イオンエッティング(RIE)法やECRプラズマエッティング法は、プロセスの再現性に難点がある。これは、高選択性と異方性とを満足させるために堆積性の雰囲気を使用しているので、チャンバー内壁の堆積膜がエッティング特性に大きな影響を与えるためであると考えられる。例えば、SF<sub>6</sub>を主要ガスとするECRプラズマエッティングでは、エッティングレートに処理枚数依存性が見られ、プロセス不安定の主要因の一つになっている。

プラズマを用いたエッティング法では、プラズマ中に発生した正イオンを加速するために、試料台に負のバイアス電圧を印加する必要がある。負のバイアス電圧を印加する方法としては、独立した直流電源を用いる固定バイアス法と、コンデンサを用いて試料台を直流通して浮かすことによって生

じる負の電圧を利用するセルフバイアス法がある。プロセスの再現性を向上させる試みとして、セルフバイアス法において、負のバイアス電圧を一定値に保持する方法がある。これは、例えば反応性イオンエッティング法においては、エッティング時のイオンエネルギーが試料台の直流電位V<sub>dc</sub>にほぼ相当するので、V<sub>dc</sub>が一定になるように、RF電力を制御するものである。

しかし、エッティング特性を左右するプラズマ状態は、試料台の直流電位V<sub>dc</sub>だけではなく、プラズマ中の電子密度やイオン密度、電子温度などにも依存することが知られている。上記の方法は、これら重要なパラメタ値を制御することはできないので、実際のエッティング法には、ほとんど用いられない。

かくして、本発明が目的とするところは、(1)チャンバー内壁の堆積膜とは無関係に、プラズマ状態を精度よく再現し得るプラズマ加工法を提供すること；(2)加工の再現性および精度が著しく向上する実用性の高いプラズマ加工法を提供すること

と；および(3)このような優れた利点を有するプラズマ加工法に使用する装置を提供することである。

#### 課題を解決するための手段

本発明のプラズマ加工装置は、加工用のプラズマを発生させるプラズマ反応室と、該プラズマ反応室にインピーダンス整合回路を介して高周波電力を供給する高周波電源と、該プラズマ反応室のプラズマインピーダンスを実質的に一定に保持するためのフィードバック機構とを備えており、該フィードバック機構は、インピーダンス検知手段としても機能する該インピーダンス整合回路を含む。

ある好ましい実施態様では、上記プラズマインピーダンスの虚数部が実質的に保持される。

ある好ましい実施態様では、上記フィードバック機構が、インピーダンス整合回路に接続されたフィードバックパラメタ設定回路を含み、プラズマインピーダンスに関する情報を基にして、少なくとも1つのフィードバックパラメタ値を該フィ

ードバックパラメタ設定回路で設定し、パラメタ値にフィードバックするか、あるいは上記フィードバック機構が、プラズマインピーダンスに関する情報に基づいて、直接、フィードバックを行う。

ある好ましい実施態様では、上記フィードバックは、プラズマ反応室内のガス圧力、プラズマ反応室内へのガス流量、磁界、マイクロ波電力、および高周波電力からなる群から選択される少なくとも1つにかけられる。

さらに好ましい実施態様では、プラズマインピーダンスに関する情報は、上記インピーダンス整合回路に用いたコンデンサの少なくとも1つの容量値である。

本発明によるプラズマ加工方法は、プラズマ反応室内のガス圧力、プラズマ反応室内へのガス流量、磁界、マイクロ波電力、および高周波電力からなる群から選択される少なくとも1つにフィードバックをかけることにより、プラズマインピーダンスを実質的に一定に保持しながら、プラズマを用いて、エッティングまたは膜の堆積を行う工程

を包含する。

好ましい実施態様では、上記プラズマインピーダンスの虚数部が実質的に保持される。

#### 作用

本発明では前記の構成により、プラズマが一定値からシフトするとインピーダンスの変化としてそれが捉えられ、インピーダンスの変化量に応じたプラズマ室内圧力、磁界、ガス流量、または高周波電力等の変化としてフィードバックされ、プラズマインピーダンスが、引いてはプラズマ状態が一定値に保たれる。

#### 実施例

##### (実施例1)

第1図は本発明をE C R プラズマエッティングに適用したプラズマ加工装置を示す。この図において、参考番号10はプラズマ反応室、11は石英ベルジャーハ、12は被エッティング試料、13は試料台である。試料台13には、インピーダンス整合回路14を介して、R Fバイアス(13.56MHz)がR F電源15から供給される。プラズマ反応室10には、マグネット

ロン16からマイクロ波電力が供給され、このマイクロ波電力と、電磁石17から発生する磁界とによって、電子サイクロトロン共鳴条件が満足される。プラズマ反応室10は真空ポンプを含む排気系18により排気され、 $10^1 \sim 10^{-1}$ Paのオーダーの真空中度に制御されている。

本実施例のプラズマ加工装置が従来のE C R プラズマエッティング装置と異なるのは、主として、インピーダンス整合回路14に接続されたフィードバックパラメタ設定回路19を有するフィードバック機構50を備えている点である。このフィードバック機構50はインピーダンス整合回路14をも含んでいる。フィードバックパラメタ設定回路19は、インピーダンス検知手段として機能するインピーダンス整合回路14から取り出されたプラズマ反応室10内のプラズマインピーダンスに関する情報を基づいてフィードバックパラメタ値を設定し、マグネットロン16にフィードバックをかけてそのマイクロ波出力を制御することによって、プラズマインピーダンスを実質的に一定に保持する。

ここで、本発明の基本的原理を、第1図および第2図Aのフローチャートを参照しながら、説明する。

プラズマ加工装置のシステムが稼働すると、まずインピーダンス検知手段14により、プラズマインピーダンスが測定される。次いで、フィードバックパラメタ設定回路19に予め設定されている値との比較を行う。このとき、両者の差が予め決められている許容値dを越える場合だけ、フィードバックパラメタ設定回路19でフィードバック量が計算され、所定のフィードバックパラメタ（本実施例では、マイクロ波電力であるが、一般的には、プラズマ反応室内へのガス流量、プラズマ反応室内的ガス圧力、磁界、または高周波電力）の変化にフィードバックされる。このようにして、プラズマインピーダンスの変動が抑制され、その結果、プラズマ状態が実質的に一定に保持される。

本実施例では、フィードバック量を計算するための演算回路がフィードバックパラメタ設定回路19に組み込まれているが、第2図Bに示すように

測定値と設定値との差が許容値  $d$  を越えていることを検出すれば、直接 フィードバック機構によって、一定量または差に比例した量のフィードバックを行ってもよい。

さらに、プラズマインピーダンスの測定について簡単に説明する。ドライエッティングに使用されるプラズマは、第3図Aに示すように、電子、イオン、および中性分子の混在するバルクプラズマ20と、試料12の表面近傍に形成される。電子がほとんど存在しないイオンシース21とから構成される。イオンシース21に加わる電位差によって正イオンが加速されて試料12を衝撃することにより、エッティング反応が起こる。このことから、イオンシース21がエッティング過程において重要な役割を果たしていることがわかる。

第3図Aのプラズマは、第3図Bのような等価回路で表し得る。プラズマの等価回路に関する表現については、例えば、J. Ignacio Ullacia F. 他、Materials Research Society Symposia Proceedings, Vol. 98, pp. 203-208(1987)を参照されたい。

構成されている場合には、予め  $C_1$  および  $C_2$  の様々な値に対して、プラズマ側から見たインピーダンスを測定してテーブル化しておくことにより、 $C_1$  および  $C_2$  の値からプラズマインピーダンスを知ることができる。

第4図は、SF<sub>6</sub>(90%)とO<sub>2</sub>(10%)との混合ガスを用いた場合に、上記の方法で測定されたプラズマインピーダンスのガス圧力に対する依存性を示す。この図から、ガス圧力の変動によって、プラズマ中の電子密度やイオン密度、電子温度などが変化し、それに伴って、プラズマインピーダンスが変化していることがわかる。

このように容量  $C_1$  および  $C_2$  の値からリアルタイムにプラズマインピーダンスを知ることができるので、容量  $C_1$  および  $C_2$  の値に基づいて、フィードバックパラメタ設定回路19の演算回路を介してマグネットロン16のマイクロ波出力にフィードバックをかけることにより、プラズマインピーダンスを一定に保持することができる。一般的には、容量  $C_1$  および  $C_2$  の値から複素インピーダンスの変化

バルクプラズマ20は抵抗  $R_b$  で表され、イオンシース21は互いに並列に接続されたシース容量  $C_{sh}$  と抵抗  $R_{sh}$  とで表される。プラズマインピーダンスは、このイオンシースの容量  $C_{sh}$  に反映され、一般的には容量性となる。プラズマ密度などが変化すると、イオンシースの厚さ  $L_{sh}$  が変化するので、プラズマインピーダンスの変化として検知される。

本実施例のプラズマ加工装置では、インピーダンス整合回路14でプラズマインピーダンスを測定している。RF電源15からプラズマに最大の電力が供給されるように、インピーダンス整合回路14ではインピーダンス整合が行われる。この際、インピーダンス整合回路14の出力端からプラズマを見たインピーダンスと、プラズマ側から見たインピーダンス整合回路14を見たインピーダンスとは互いに複素共役の関係にある。プラズマインピーダンスの測定は、この関係を利用している。

例えば、インピーダンス整合回路14が、第3図Cに示すように、容量  $C_1$  および  $C_2$  の2つの可変コンデンサと、インダクタンス  $L$  のコイルとから

に対応した2つの値（つまり、実数部および虚数部）が得られるので、これら2つの値について補正する必要があるが、場合によっては、いずれかの値の補正で充分である。

次に、第5図AおよびBを参照しながら、このことを説明する。第5図AおよびBは、インピーダンス整合回路において整合が取れた状態での容量  $C_1$  および  $C_2$  と、プラズマインピーダンスの実数部（第5図A）および虚数部（第5図B）との関係を示すグラフである。これらのグラフは、離散的な値から得られたものであり、スムージング処理は行われていない。

ここで、システム稼働時当初のインピーダンス設定値が、容量  $C_1$  および  $C_2$  の値に換算して、それぞれ42pFおよび183pF（図中に黒丸印で示す）であり、マイクロ波電力を変化させた場合に、図中の破線のようにプラズマインピーダンスが変化したと仮定する。例えば、加工を進めるにつれて、石英ペルジャーへの膜堆積によってマイクロ波の吸収量が増大し、プラズマ密度が減少すると、ブ

ラズマインピーダンスも、ほぼこの破線に沿って変化する。したがって、プラズマインピーダンスが当初の設定値に戻るよう、マイクロ波電力を変化させれば、プラズマ状態をほぼ一定に保持することができる。この場合、プラズマインピーダンスの実数部または虚数部のいずれか一方を当初の値に戻せば、他方の値もほぼ当初の値に戻る。

一般的には、プラズマ状態を完全に再現するためには、プラズマインピーダンスの実数部および虚数部の両方を当初の設定値に戻す必要がある。上記の場合のように、実数部および虚数部のいずれか一方で、プラズマ状態をほぼ一定に保持できる場合には、虚数部で補正を行うほうが望ましいなぜなら、虚数部はプラズマ反応と密接な関係にあるイオンシースの性質を反映していると考えられるからである。

プラズマ状態の再現性を向上させるという目的に対しては、必ずしもプラズマインピーダンスの値を求める必要はない。プラズマインピーダンスに対応する物理量であれば、どのようなものであ

ってもよく、例えばインピーダンス整合回路の可変コンデンサの容量  $C_1$  および  $C_2$  を用いることができる。

本実施例では、実際にこのような方法で、プラズマ状態を制御したところ、極めて再現性の高いエッティング加工を行うことができた。

第6図は、 $\text{C}_2\text{Cl}_2\text{F}_4$ ガスとSF<sub>6</sub>ガスとを用いて反応性イオンエッティングを行った場合のウエハ処理枚数とエッティングレートとの関係を示すグラフである。従来のエッティング装置では、エッティング処理枚数が増加すると、石英ペルジャー内壁に堆積膜が付着し、この膜がマイクロ波を吸収することによりプラズマに供給されるエネルギーが変化し、その結果、プラズマ密度などの変化が生じていた。

したがって、従来のエッティング装置を用いた場合には、第6図の曲線(b)のように、ウエハ処理枚数の増加に伴って、エッティングレートが低下し、例えば、25枚処理すると、当初のエッティングレートの70%近くにまで低下する場合があった。このため、実際の製造ラインでは、第6図の曲線(c)の

ように、10枚毎にチャンバークリーニングを行う必要があった。これに対し、本実施例では、第6図の曲線(a)のように、エッティングレートはウエハ処理枚数にはほとんど依存しなかった。これは、本実施例のプラズマ加工装置を用いることによって、石英ペルジャー内壁への堆積膜に依存することなく、プラズマ密度などが実質的に一定に保持され、極めて安定なエッティング特性が得られたことを示している。

なお、本実施例では、プラズマインピーダンスの変化をマイクロ波出力で補正する場合について例示したが、例えばRF電源、真空ポンプ系、電磁石などにフィードバックをかけても、同様の結果が得られた。

#### (実施例2)

第7図は本発明をRIE(反応性イオンエッティング)に適用したプラズマ加工装置を示す。この図において、参照番号30はプラズマ反応室、31は被エッティング試料、32は試料台である。試料台32には、インピーダンス整合回路33を介して、RF

バイアス(13.56MHz)がRF電源34から供給される。プラズマ反応室30は、真空ポンプを含む排気系35により排気され、 $10^1 \sim 10^2 \text{ Pa}$  のオーダーの真空度に制御されている。

本実施例のプラズマ加工装置が従来のRIE装置と異なるのは、主として、インピーダンス整合回路33に接続されたフィードバックパラメタ設定回路36を有するフィードバック機構51を備えている点である。このフィードバック機構51はインピーダンス整合回路33をも含んでいる。フィードバックパラメタ設定回路36は、インピーダンス検知手段として機能するインピーダンス整合回路33から取り出されたプラズマ反応室30内のプラズマインピーダンスに関する情報に基づいてフィードバックパラメタ値を設定し、RF電源34または排気系35にフィードバックをかけて、RF出力または真空度を制御することによって、プラズマインピーダンスを実質的に一定に保持する。

本実施例では、実際に、このような方法で、プラズマ状態を制御したところ、極めて再現性の高

いエッティング加工を行うことができた。

従来のエッティング装置を用いた場合には、エッティング処理枚数の増加に伴って、プラズマ反応室内壁に付着した堆積膜からガスが放出され、プラズマ状態が変化するので、エッティング特性が変化していた。

これに対し、本実施例では、エッティング特性はエッティング処理枚数にはほとんど依存しなかった。これは、本実施例のプラズマ加工装置を用いることによって、プラズマ反応室内壁への堆積膜に依存することなく、プラズマ密度などが実質的に一定に保持され、極めて安定なエッティング特性が得られたことを示している。

なお、上記の実施例1および2では、ドライエッティングの場合について説明したが、プラズマを用いたプロセス加工技術であれば、化学的気相成長法(CVD法)などの膜堆積技術にも適用することができる。

#### 発明の効果

以上説明したように、本発明によればチャンバ

ー周囲壁の状態にかかわらず再現性のよいプラズマプロセスを得ることができ、プロセス再現性高精度化が実現され、その実用的效果は大きい。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明のプラズマ加工装置の一実施例を示す模式図。第2図(A)および(B)は本発明のプラズマ加工方法の2つの異なる手順を説明するためのフローチャート図。第3図(A)はドライエッティングに利用されるプラズマの状態を示す模式図。第3図(B)は第3図(A)に示すプラズマの等価回路図。第3図(C)はインピーダンス整合回路の一例を示す回路図。第4図はプラズマインピーダンスの測定結果を示す特性図。第5図(A)および(B)は第3図(C)のインピーダンス整合回路において整合が取れた状態での容量C<sub>1</sub>およびC<sub>2</sub>と、プラズマインピーダンスのそれぞれ実数部および虚数部との関係を示す特性図。第6図は第1図のプラズマ加工装置および従来のエッティング装置を反応性イオンエッティングに用いた場合のウェハ処理枚数とエッティングレートとの関係を示す特性図。第7図は本発明

#### のプラズマ加工装置の他の実施例を示す模式図

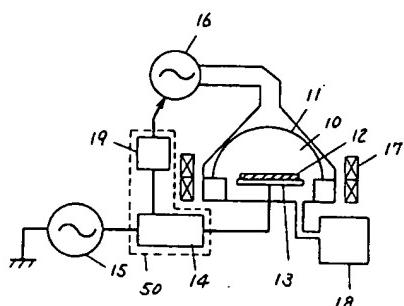
第8図は従来の反応性イオンエッティング装置を示す模式図である。

10,30……プラズマ反応室 13,32……試料台  
14,33……インピーダンス整合回路 15,34……RF電源  
16……マグネットロン 18,35……排気系  
19,36……フィードバックパラメタ設定回路 50,  
51……フィードバック機構

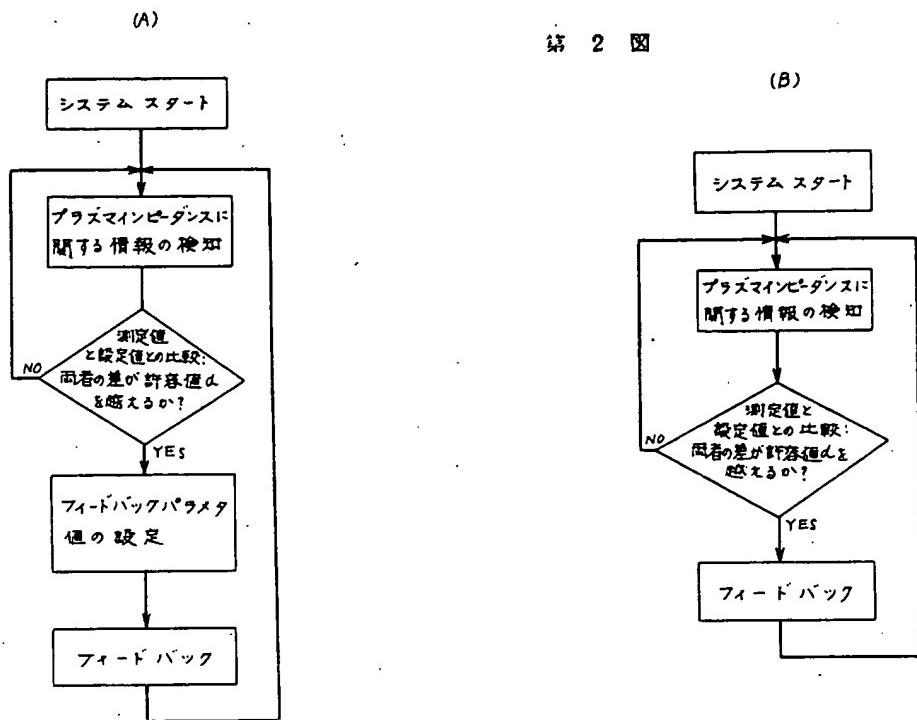
代理人の氏名 弁理士 小鎌治 明 ほか2名

- 10 … プラズマ反応室
- 11 … 石英ペルジマー
- 13 … 試料台
- 14 … インピーダンス整合回路
- 15 … RF電源
- 16 … マグネットロン
- 17 … 電磁石
- 18 … 排気系
- 19 … フィードバックパラメタ設定回路
- 50 … フィードバック機構

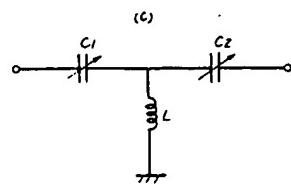
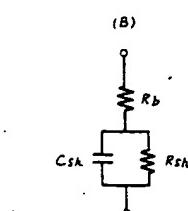
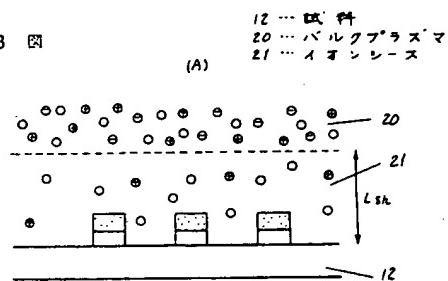
第1図



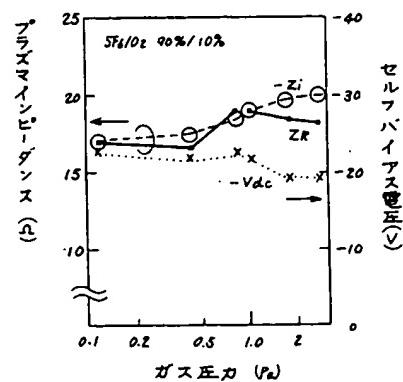
第2図



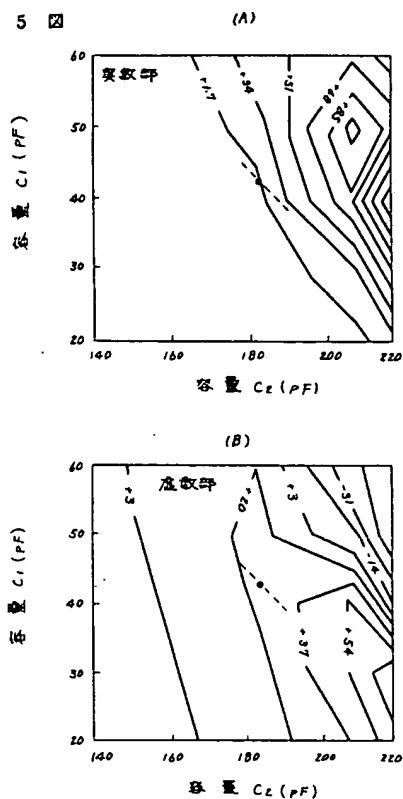
第3図



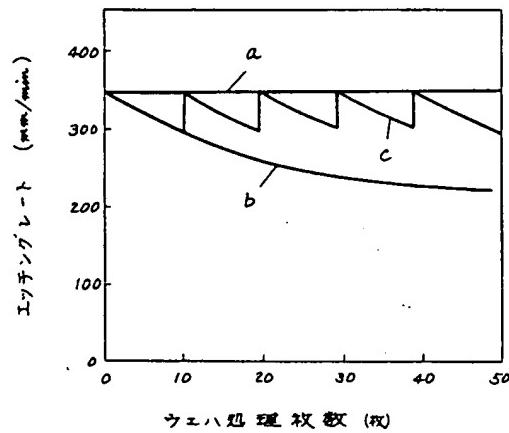
第4図



第 5 図

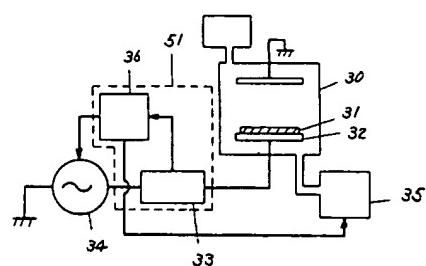


第 6 図



- 30 … プラズマ反応室
- 31 … 被エッティング試料
- 32 … 試料台
- 33 … インピーダンス整合回路
- 34 … RF 電源
- 35 … 排気系
- 36 … フィードバックパラメタ設定回路
- 51 … フィードバック機器

第 7 図



第 8 図

